

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-238417

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl.

H02K 19/10

H02K 1/27

H02K 21/14

(21)Application number : 2000-043902

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 22.02.2000

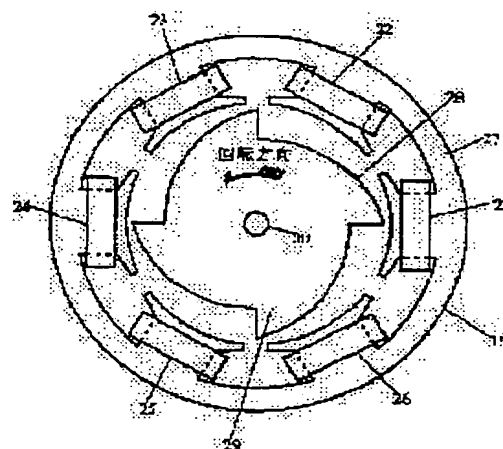
(72)Inventor : ASADA KAZUHIKO
MOROZUMI HIDEKI
KOBAYASHI YASUMICHI

(54) ELECTRICAL MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the efficiency of an electrical machine which operates as a motor or a generator.

SOLUTION: A highly efficient electrical machine can be realized by employing a structure such as electrical angle in a range, where the inductance increases when a second object 28 is moved in one direction is different from the electrical angle in a range, where the inductance is decreased, thereby widening the range where the reluctance torque can be utilized effectively.



1:9 第1の物体
2:1、2:2、2:3、2:4、2:5、2:6 巻線
2:7、2:8 鉄心
2:9 第2の物体
3:0 軸

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-238417

(P 2001-238417A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001. 8. 31)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 2 K	19/10	H 0 2 K	A 5H619
	1/27		A 5H621
	21/14		G 5H622
			M

審査請求 未請求 請求項の数 7

O L

(全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-43902 (P2000-43902)

(22) 出願日 平成12年2月22日 (2000. 2. 22)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 麻田 和彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 両角 英樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

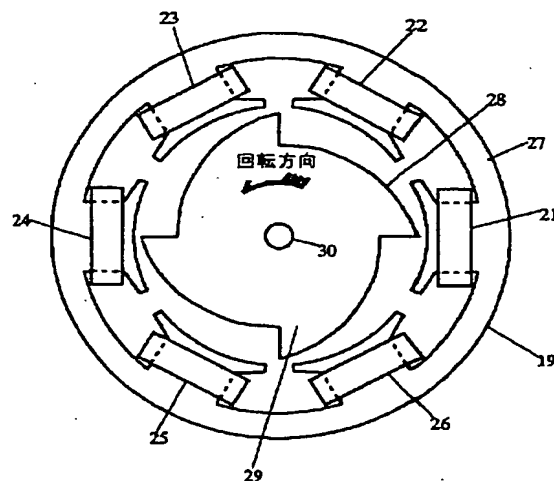
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気機械

(57) 【要約】

【課題】 電動機または発電機として動作する電気機械の高効率化を図る。

【解決手段】 第2の物体28を一方向に動かした場合にインダクタンスが増加する範囲の電気角とインダクタンスが減少する範囲の電気角が異なる構成とすることにより、リラクタンストルクを有効に利用できる範囲が広げられ、高効率の電気機械が実現できる。



19 第1の物体

21、22、23、24、25、26 巻線

27、29 鉄心

28 第2の物体

30 軸

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 巻線を有する第 1 の物体と、前記第 1 の物体に対して可動に設けられた第 2 の物体からなり、前記巻線は前記第 1 の物体に対する前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて周期的にインダクタンスが変化し、前記第 2 の物体を一方方向に動かした場合に前記インダクタンスが増加する範囲の電気角と前記インダクタンスが減少する範囲の電気角が異なる電気機械。

【請求項 2】 第 2 の物体は鉄心を有し、前記鉄心の表面と前記第 1 の物体との距離は、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて変化する請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 3】 第 2 の物体は永久磁石を有し、第 1 の物体に対する前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて、前記巻線に鎖交する前記永久磁石の磁束が変化する請求項 1 または 2 に記載の電気機械。

【請求項 4】 第 2 の物体は、鉄心と前記鉄心の表面に設けられた永久磁石で構成され、前記鉄心の表面と前記第 1 の物体との距離は、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて変化する請求項 3 に記載の電気機械。

【請求項 5】 巻線のインダクタンスの増加範囲と減少範囲の内の電気角が大である方の範囲での前記インダクタンスを微分した関数の絶対値がピークとなる位置から最寄りの、前記巻線に鎖交する永久磁石の磁束の変化の絶対値のピークとなる位置までの電気角は、45 度より小である請求項 3 または 4 に記載の電気機械。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の構成に加え、巻線に接続した電源を有し、前記巻線のインダクタンスが増加する範囲の電気角が、インダクタンスが減少する範囲の電気角よりも大となる方向に第 1 の物体と第 2 の物体が相対運動することにより、機械負荷に動力を供給する電気機械。

【請求項 7】 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の構成に加え、巻線に接続した電気回路を有し、前記巻線のインダクタンスが増加する範囲の電気角が、インダクタンスが減少する範囲の電気角よりも小となる方向に第 1 の物体と第 2 の物体が相対運動することにより、前記電気回路に電力を供給する電気機械。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転運動などを行い、家庭、工場、事務所などにおいて電動機として使用されたり、屋外などで電力を得るため発電機として使用される電気機械に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の技術におけるこの種の電気機械の構成図を図 11 に示す。

【0003】図 11 において、第 1 の物体 1 は、巻線 2、3、4、5、6、7 を鉄心 8 に巻いて構成してお

り、第 2 の物体 9 は第 1 の物体 1 と同軸として回転自在に設けられている。

【0004】第 2 の物体 9 は、鉄心 10 と、鉄心 10 の内部に埋め込まれた形で設けられた希土類製の永久磁石 11、12、13、14 によって構成され、中心に出力軸 15 が設けられている。

【0005】なお、永久磁石 11、12 は外側が N 極となっており、永久磁石 13、14 は外側が S 極となっており、機械角で 360 度すなわち一周で N 極と S 極がそれぞれ 2 極ずつの合計 4 極が存在する 4 極の回転子となっている。

【0006】図 12 は、3 相に巻かれた従来の電気機械の巻線 2、3、4、5、6、7 の結線を示したものである。

【0007】すなわち U 相は巻線 2、5 を直列に接続して構成し、V 相は巻線 3、6 を直列に接続して構成し、W 相は巻線 4、7 を直列に接続して構成したものとなっている。

【0008】また、各巻線の片側に付した黒丸は、各巻線の極性を示していて、各巻線の黒丸のある方の端子から電流を供給した場合には、各巻線の内側、すなわち第 2 の物体 9 に面した側に S 極が発生するものとなっている。

【0009】また、N 点は中性点であり、各相の電圧は N 点を基準として見た場合に互いに 120 度ずつの電気角の差を持っているものとなっている。

【0010】電源 16 は、100V60Hz の交流電源 17 とインバータ回路 18 から構成され、インバータ回路 18 は、第 1 の物体 1 と第 2 の物体 9 の相対位置に応じて U、V、W 端子から所定の振幅を有する正弦波の電流を各巻線に供給するものとなっている。

【0011】この電気機械は、4 極の構成であることから、機械的に 1 回転する間に、電気的には 2 回転するものであり、電気角は機械角の 2 倍となる。

【0012】以上の構成において、従来の技術における電気機械の動作の説明を行う。

【0013】図 13 は、従来の電気機械の動作波形図である。

【0014】図 13 において、(ア) は U 相の巻線 2、5 に鎖交する磁束 ϕ と、それを電気角 θ で微分した値、(イ) は U 相巻線 2、5 のインダクタンス値、(ウ) はインダクタンス値を電気角 θ で微分したもの、(エ) は電源 16 から供給される U 相の電流値、(オ) は永久磁石 11、12、13、14 と電流の相互作用によって発生する BIL トルク、(カ) はインダクタンス値の変化と電流の相互作用によって発生するリラクタンストルクを示したものである。

【0015】(ア) から (カ) は、横軸はいずれも電気角 θ で示しており、 $\theta = 0$ の点としては U 相の巻線 2、5 の中心が、永久磁石 11、12 の中心と重なった位置

としている。

【0016】電気機械が一定速度で回転することにより、電気角速度 ω とすると、 θ は時間 t に比例した ωt となることから、(ア)から(カ)のグラフは横軸を時間 t とした波形図として見るができる。

【0017】(ア)の実線で示されるように磁束 ϕ は、 $\theta = 0$ 、 180 度で最大となり、 90 、 270 度の点で零となり、それを θ で微分した破線は、 ϕ に対して 90 度位相が進んだものとなっており、 ϕ が正弦波であるとすると、その微分である破線の波形も正弦波となる。

【0018】(イ)に示すインダクタンスについては、 $\theta = 0$ 、 180 度の位置では鉄心10に埋め込まれた永久磁石11、12、13、14の影響により、インダクタンス値は最小となり、 90 、 270 度において最大となるものとなり、一般に埋め込み磁石の電気機械で直軸インダクタンスが最小となり、横軸インダクタンスが最大となる逆突極特性と呼ばれる状態が示されている。

【0019】(ウ)は、(イ)を θ で微分したものであり、インダクタンスの変化の仕方が正弦波状であるとすると、その微分した関数も正弦波状となるが、その周期は(ア)に示す波形に比べて2分の1となる。

【0020】よって、巻線のインダクタンス L の増加範囲Aと減少範囲Bはいずれも電気角で 90 度であって、増加期間Aでのインダクタンスを微分した関数の絶対値がピークとなる位置Cから最寄りの、巻線に鎖交する永久磁石の磁束の変化の絶対値のピークとなる位置Dまでの電気角は、 45 度である。

【0021】また、減少期間Bでのインダクタンスを微分した関数の絶対値がピークとなる位置Eから最寄りの、巻線に鎖交する永久磁石の磁束の変化の絶対値のピークとなる位置Dまでの電気角は、やはり 45 度である。

【0022】(エ)に示すU相の電流 I の波形は、電源16から供給されているものであるが、後述するリラクタンストルクを少しでも有効に活用するため、(ア)の破線に示した $d\phi/d\theta$ 波形に対して、電気角 30 度の進み位相としている。

【0023】(オ)に示すBILトルクは、永久磁石11、12、13、14とU相巻線2、5に発生するものだけを示しているが、(ア)の破線に示した $d\phi/d\theta$ と(エ)に示した電流 I の瞬時値の積に比例したものである。

【0024】(カ)に示すリラクタンストルクは、(ウ)に示されているインダクタンスの変化 $dL/d\theta$ と(ウ)に示す電流 I を自乗した値の積に比例したものである。

【0025】ここで、もし電流 I の波形が(ア)の破線の波形と同相であったならば、(ウ)の波形との積が正負に渡って対称に発生してしまい、平均値が零、すなわちリラクタンストルクの時間平均も零となり、単にトル

クリブルを発生させるだけのものになってしまうが、 30 度の進み位相で電流を供給していることにより、リラクタンストルクの平均値が正となり、有効な動力として得られるものとしている。

【0026】(オ)と(カ)の波形を足し合わせたものが、出力軸15から取り出せるトルクであり、一定速度で運転している場合には、動力出力もトルクと同じ波形となる。

【0027】実際には、3相であるため互いに電気角 120 度ずつずれた位相のV相とW相のトルクがさらに加わり、トータルのトルク(出力)となる。

【0028】以上のような動作を繰り返すことにより、従来の技術の電気機械は、電源16から各巻線に加えられた電力を、動力に変換し、出力軸15に接続される機械負荷に供給する作用をする電動機、あるいはモータと呼ばれる装置として動作するものとなっている。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の技術においては、BILトルクに加えてリラクタンストルクも有効に作用させることができることから、電動機として高効率の運転が可能とされている。

【0030】しかしながら、図13の(オ)および(カ)に示したBILトルクとリラクタンストルクは、いずれも平均値としては正の値であるが、瞬時値については、(オ)と(カ)の斜線の期間においては負となっている。

【0031】すなわち、その期間については、トルクの発生の向きが回転の方向とは逆で、ブレーキとして動作しているものとなっている。

【0032】リラクタンストルクについては、 $dL/d\theta$ の値が負となる期間での電流を零として、リラクタンストルクによるブレーキを防ぐことも可能であるが、その場合には当該期間でのBILトルクも得ることができなくなるため、折角の誘導起電力($d\phi/d\theta$ と速度の積に比例)がトルクに結びつかず、結果的に十分な出力を確保することができないものとなる。

【0033】よって従来の技術の電気機械では、リラクタンストルクの併用による効果が少なく、効率の向上もさほど大きくないという第1の課題があった。

【0034】また、この種の電気機械は、動力から電力への変換においても発電機として使用されるものであるが、その場合にも同様に効率の低下が発生するとい第2の課題を有していた。

【0035】特にリラクタンストルクに関しては、

(ウ)に示す $dL/d\theta$ 波形は、正の期間と負の期間が半分ずつであり、リラクタンストルクを有効に用いるために、電動機として動作させる場合には正の期間、発電機として動作させる場合には負の期間のみの電流供給が条件となり、いずれも全体の期間の50%の期間しか利用できないものであった。

【0036】本発明は、前記第1の課題と第2の課題を解決するためのものであって、特にリラクタンストルクの変化、すなわち微分値が正となる期間と負となる期間を異なったものとし、巻線に供給される電流をさらに能率よくトルクに変換し、またはトルクを有効に電力に変換できる効率が高い電気機械を実現するものである。

【0037】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、巻線を有する第1の物体と、前記第1の物体に対して可動に設けられた第2の物体からなり、前記巻線は前記第1の物体に対する前記第2の物体の相対位置の変化に応じて周期的にインダクタンスが変化し、前記第2の物体を一方向に動かした場合に前記インダクタンスが増加する範囲の電気角と前記インダクタンスが減少する範囲の電気角が異なる構成とすることにより、発生するトルクが負となる度合いを改善し、さらなる効率の向上を行うものである。

【0038】

【発明の実施形態】本発明の請求項1に記載の発明は、巻線を有する第1の物体と、前記第1の物体に対して可動に設けられた第2の物体からなり、前記巻線は前記第1の物体に対する前記第2の物体の相対位置の変化に応じて周期的にインダクタンスが変化し、前記第2の物体を一方向に動かした場合に前記インダクタンスが増加する範囲の電気角と前記インダクタンスが減少する範囲の電気角が異なる構成としたことにより、電動機と発電機の用途に応じて回転方向を選択することにより、インダクタンス波形の増加期間と減少期間の大小関係を変化させ、いずれの用途においても広い電気角の範囲に巻線電流を流しながら、リラクタンストルクを介して有効に電力と動力の変換を行うことができ、効率が

【0039】また請求項2記載の発明は、請求項1記載の電気機械の第2の物体は鉄心を有し、前記鉄心の表面と前記第1の物体との距離は、前記第1の物体と前記第2の物体の相対位置の変化に応じて変化する構成としたことにより、やはり電動機と発電機の用途に応じて回転方向を選択することにより、インダクタンス波形の増加期間と減少期間の大小関係を変化させ、いずれの用途においても広い電気角の範囲に巻線電流を流しながら、リラクタンストルクを介して有効に電力と動力の変換を行うことが、特に簡単な構成で実現でき、効率が

【0040】また請求項3記載の発明は、請求項1あるいは請求項2のいずれか1項記載の電気機械の第2の物体に永久磁石を有し、第1の物体に対する前記第2の物体の相対位置の変化に応じて、前記巻線に鎖交する前記永久磁石の磁束が変化する構成としたことにより、電動機と発電機の用途に応じて回転方向を選択することにより、インダクタンス波形の増加期間と減少期間の大小関

係を変化させ、また永久磁石の持つ磁束との相互作用によって、いずれの用途においても広い電気角の範囲に巻線電流を流しながら、リラクタンストルクとBILトルクを介して有効に電力と動力の変換を行うことができ、効率が

【0041】また請求項4記載の発明は、請求項3記載の電気機械の第2の物体を、鉄心と前記鉄心の表面に設けられた永久磁石で構成され、前記鉄心の表面と前記第1の物体との距離は、前記第1の物体と前記第2の物体の相対位置の変化に応じて変化する構成としたことにより、やはり電動機と発電機の用途に応じて回転方向を選択することにより、インダクタンス波形の増加期間と減少期間の大小関係を変化させ、また永久磁石の持つ磁束との相互作用によって、いずれの用途においても広い電気角の範囲に巻線電流を流しながら、リラクタンストルクとBILトルクを介して有効に電力と動力の変換を行うことが、比較的簡単な構成で実現でき、効率が

【0042】また請求項5記載の発明は、請求項3あるいは請求項4いずれか1項記載の電気機械の巻線のインダクタンスの増加範囲と減少範囲の内の電気角が大である方の範囲での前記インダクタンスを微分した関数の絶対値がピークとなる位置と、前記巻線に鎖交する永久磁石の磁束の変化の絶対値のピークとなる位置までの電気角は、45度より小である構成としたことにより、やはり電動機と発電機の用途に応じて回転方向を選択することにより、インダクタンス波形の増加期間と減少期間の大小関係を変化させ、また永久磁石の持つ磁束との相互作用によって、いずれの用途においても広い電気角の範囲に巻線電流を流しながら、リラクタンストルクとBILトルクを介して有効に電力と動力の変換を行うことができ、特にBILトルクが最大となる位相でリラクタンストルクも大きく取ることができることから効率が

【0043】また請求項6記載の発明は、請求項1から請求項5のいずれか1項記載の構成に加え、巻線に接続した電源を有し、前記巻線のインダクタンスが増加する範囲の電気角が、インダクタンスが減少する範囲の電気角よりも大となる方向に第1の物体と第2の物体が相対運動することにより、機械負荷に動力を供給する構成としたことにより、特に電動機として効率が

【0044】また請求項7記載の発明は、請求項1から請求項5のいずれか1項記載の構成に加え、巻線に接続した電気回路を有し、前記巻線のインダクタンスが増加する範囲の電気角が、インダクタンスが減少する範囲の電気角よりも小となる方向に第1の物体と第2の物体が相対運動することにより、前記電気回路に電力を供給する構成としたことにより、特に発電機として効率が

【0045】

【実施例】次に、本発明の具体例を説明する。

【0046】（実施例1）図1は本発明の請求項1、請求項2、請求項6を使用した実施例1における電気機械の構成図である。

【0047】図1において、第1の物体19は、巻線20、21、22、23、24、25、26を鉄心27に巻いて構成しており、第2の物体28は第1の物体19と同軸として回転自在に設けられている。

【0048】第2の物体28は鉄心29を有しており、中心に軸30が設けられている。

【0049】ここで、鉄心29は第1の物体19との間の距離、すなわち空隙が小となる部分が4個存在する4極の回転子となっている。

【0050】図2は、3相に巻かれた巻線21、22、23、24、25、26の結線を示したものである。

【0051】すなわちU相は巻線21、24を直列に接続して構成し、V相は巻線22、25を直列に接続して構成し、W相は巻線23、26を直列に接続して構成したのとなっている。

【0052】また、N点は中性点であり、各相の電圧はN点を基準として見た場合に互いに120度ずつの電気角の差を持っているものとなっている。

【0053】電源31は、100Vの直流電源32とトランジスタ33、34、35から構成され、トランジスタ33、34、35は駆動回路36によって、第1の物体19と第2の物体28の相対位置に応じて順次オンされるものとなっている。

【0054】以上の構成において、実施例1の電気機械の動作の説明を行う。

【0055】図3は、実施例1の電気機械の動作波形図である。

【0056】図3において、（ア）はU相の巻線21、24のインダクタンス値 L 、（イ）はインダクタンス値を電気角 θ で微分した $dL/d\theta$ 、（ウ）は電源16から供給されるU相の電流 I 、（エ）はインダクタンス値の変化 $dL/d\theta$ と電流 I の相互作用によって発生するリラクタンストルクを示したものである。

【0057】なお、横軸 θ は電気角であるが、図1に示すように反時計方向に第2の物体28が回転する方向、すなわち電動機として動作させる方向を正としている。

【0058】実施例1では、鉄心29の形状を図1に示すように、鉄心29の表面と第1の物体19との距離、すなわち空隙の大きさを、 θ （回転角の電気角）によって変化する構成としており、さらに θ の増加と共に空隙が徐々に小となり、インダクタンスは徐々に増加するものとなっている。

【0059】そして空隙が最小となり、インダクタンスが最大となった位置を越えた θ において、急に空隙が大となり、インダクタンスが減少して最小値となる構成と

なっていることから、（ア）に示すような鋸波状のインダクタンス L の波形となり、 θ で微分した関数は（イ）に示されるものとなって、すなわち L が増加する範囲（ $dL/d\theta > 0$ ）の電気角Aは、 L が減少する範囲（ $dL/d\theta < 0$ ）の電気角Bに比べて圧倒的に大となるものとなっている。

【0060】リラクタンストルクの値は、（ウ）に示す電流 I の瞬時値の自乗に、（イ）に示す $dL/d\theta$ の値を乗じた値に比例するものとなり、動力として取り出せる出力の波形もリラクタンストルクと同じ波形となる。

【0061】ここで、（ウ）に示される電流 I の波形は、Bの期間ではトランジスタ33が駆動回路36によってオフされていることにより、零としている。

【0062】したがって、（エ）に示されるリラクタンストルクは、Aの期間のみ発生し、正の向き、すなわち電動機として働く向きとなるが、Bの期間については電流値 I が零である故にリラクタンストルクも零となる。

【0063】もし、Bの期間において電流 I が流れれば、電流 I の正負に関わらず負のリラクタンストルクが発生して、ブレーキがかかった状態となるものとなるが、実施例1ではブレーキ動作については、起こることがなく、よって常に電流が有効に動力発生に寄与するものとなる。

【0064】また、Aの期間がBの期間よりも圧倒的に長いことから、動力を発生させることができる期間が長く、よって電流を大きな電気角で供給しても、ブレーキがかかることなく、短期間に電流を集中させてリラクタンストルクを発生させる必要もないことから、巻線の利用効率が高く、トランジスタ33、34、35に必要な電流定格を低減しながら、一定の動力を得る際に発生する銅損も少なく抑えることができるものとなる。

【0065】また、トルクリプルも比較的小さく抑えることができることから、騒音や振動といった面からも有利に作用するものとなる。

【0066】（実施例2）図4は本発明の請求項3、請求項4、請求項6を使用した実施例2における電気機械の第2の物体37の構成図である。

【0067】実施例2においては、図1の第1の物体19と同じ構成とし、第2の物体37の構成が異なったものとしている。

【0068】第2の物体37は、実施例1と同等の鉄心29の表面に、永久磁石38、39、40、41を設けており、永久磁石38、39については、外側にN極が、また永久磁石40、41においては、外側にS極が向くように配置されている。

【0069】また、鉄心29の表面に貼り付けた状態で、外側が円となるように、永久磁石38、39、40、41は、いずれも厚さが徐々に変化する独特の形状としている。

【0070】図5は、実施例2の動作波形図である。

【0071】図5において、(ア)はU相の巻線2、5に鎖交する磁束 ϕ と、それを電気角 θ で微分した値、(イ)はU相巻線21、24のインダクタンス値、(ウ)はインダクタンス値を電気角 θ で微分したもの、(エ)はU相の電流値、(オ)は永久磁石38、39、40、41と電流Iの相互作用によって発生するBILトルク、(カ)はインダクタンス値の変化と電流の相互作用によって発生するリラクタンストルクを示したものである。

【0072】実施例2においては、(ア)の実線で示される磁束 ϕ と、破線で示される微分 $d\phi/d\theta$ の波形は、図13に示した従来の技術とほぼ同じものとなる。

【0073】(イ)に示すインダクタンスについては、鉄心29の形状のために実施例1と同様となる。

【0074】(ウ)についても、(イ)を θ で微分したものであり、これも実施例1と同様となり、インダクタンスLが増加($dL/d\theta > 0$)する期間Aは、インダクタンスLが減少($dL/d\theta < 0$)する期間Bと比較して圧倒的に長いものとなっている。

【0075】実施例2においては、電源から供給される電流Iを(エ)のような波形とすることにより、(オ)に示すBILトルクと、(カ)に示すリラクタンストルクが得られるものとなる。

【0076】すなわち、Bの期間にはU相に流れる電流Iを零とすることにより、逆方向のリラクタンストルクの発生を防いでおり、Aの期間には電流Iによる正方向のリラクタンストルクとBILトルクの発生により、効率よくトルクを生み出すという動作を行わせることができるものとなり、また発生するトルクのリップ分も抑えることができることから、騒音や振動を抑えるという面でも優れた特性を有するものとなっている。

【0077】(実施例3)図6は本発明の請求項3、請求項4、請求項5、請求項6を使用した実施例3における電気機械の第2の物体42の構成図である。

【0078】実施例3においても、図1の第1の物体19と同じ構成とし、第2の物体42の構成が異なったものとしている。

【0079】第2の物体42は、鉄心43の表面に、永久磁石44、45、46、47を設けており、永久磁石44、45については、外側にN極が、また永久磁石46、47においては、外側にS極が向くように配置されている。

【0080】実施例3においては、実施例2に対して鉄心43および永久磁石44、45、46、47の形状が異なっており、 θ に対する鉄心43と第1の物体19との距離の変化の仕方が異なるものとなっている。

【0081】図7は、実施例3の動作波形図である。

【0082】図7において、(ア)の実線に示す磁束 ϕ と、それを電気角 θ で微分した値 $d\phi/d\theta$ に関しては、実施例2と同じである。

【0083】しかしながら、(イ)のU相巻線21、24のインダクタンス値については、鉄心43の形状のために、インダクタンスの増加部分の波形は、90度および270度の近傍にて急速に増加するものとなり、

(ウ)のインダクタンス値を電気角 θ で微分したものについても、90度および270度の近傍にピークが存在している。

【0084】実施例3においても(エ)に示すU相の電流Iは、実施例2と同様であり、(ア)の破線で示した $d\phi/d\theta$ の波形とも近いことから、(オ)に示すBILトルクは実施例3と同様となり、効率よく電流がトルクに変換されるものとなる。

【0085】また、巻線のインダクタンスLの増加範囲Aと減少範囲Bの内の電気角が大である方の範囲、すなわち増加範囲Aでのインダクタンスを微分した関数 $dL/d\theta$ の絶対値がピークとなる位置Cから最寄りの、巻線に鎖交する永久磁石の磁束の変化 $d\phi/d\theta$ の絶対値のピークとなる位置Dまでの電気角は、実施例3においては、ほぼ零であり45度より極めて小とした請求項5の構成となっている。

【0086】さらにその上、実施例3においては $dL/d\theta$ の波形についても、ほぼ電流Iの波形と等しいことから、(カ)に示すリラクタンストルクは、特に $dL/d\theta$ のピーク付近で、電流Iもピークとなることから取り分け大きなものが得られ、効率よくリラクタンストルクが得られるものとなる。

【0087】よって、電流Iが非常に効率よくBILトルクとリラクタンストルクに変換されるものとなり、電動機として非常に効率が高い電気機械が実現できるものとなる。

【0088】実施例1から実施例3の電気機械は、とりわけ一方の回転方向で使用される電動機において有効であり、換気扇、扇風機、掃除機用、冷却用などのファンモータや、電気湯沸かし器から電動で湯を汲み出すポンプ、洗濯機等に使用する風呂水ポンプ、食器洗い乾燥機に使用されるポンプ、冷蔵庫、エアコンなどのコンプレッサを動かすためのモータ、運輸用として、船、自動車、電車などの各種動力源として使用されるものなどにも、有効に用いることができるものである。

【0089】(実施例4)図8は本発明の請求項3、請求項4、請求項7を使用した実施例4における電気機械の回路図である。

【0090】実施例4においては、実施例1の第1の物体19、実施例2の第2の物体37と同等の構成を用い、さらに電気回路48を接続している。

【0091】電気回路48は、トランジスタとダイオードを並列に接続して構成したスイッチング素子49、50、51、52、53、54を設け、すべてのスイッチング素子のベースは駆動回路55に接続され、駆動回路55は、第1の物体19に対する第2の物体37の相対

位置に応じて、各スイッチング素子のオンオフを制御し、各巻線に所定の電流波形を供給するものである。

【0092】さらにコンデンサ56と負荷抵抗57が並列に接続されて設けられているものとなっている。

【0093】図9は、実施例4の動作波形図である。

【0094】実施例4においては、回転の方向が実施例2とは逆、すなわち時計方向とし、横軸の電気角 θ も、時計方向を正としている。

【0095】図9においても、(ア)の波形に関しては、実線の ϕ と破線の $d\phi/d\theta$ とも、図5と同等となる。

【0096】しかし、(イ)に示すインダクタンス値に関しては、回転の方向が実施例2とは反対である故、裏返した波形となり、増加期間Aは減少期間Bよりも圧倒的に短いものとなる。

【0097】(ウ)に示すインダクタンス値を電気角 θ で微分したものについても示されている通りのものとなる。

【0098】(エ)はU相の電流Iの波形であるが、実施例4では発電機として動作させることから、 $d\phi/d\theta$ が正の期間には $I < 0$ 、また $d\phi/d\theta$ が負の期間には $I > 0$ とし、これによって、(オ)に示すBILトルクは負の値となり、これは動力を吸収して電力に変換する作用を行っている状態を示しているものである。

【0099】また、(カ)に示すリラクタンストルクについても、 $dL/d\theta$ が負の期間に電流Iが流れていることから、負の値となり、これも発電機動作を助けるものとなる。

【0100】実施例4の場合には、 $dL/d\theta$ が負の期間が正の期間よりも圧倒的に長いことから、リラクタンストルクにより発電機としての動作をさせることができる期間が全期間の半分以上あり、よってBILトルクでの変換も有効に行いながら、リラクタンストルクの面でも有効に発電機として電気機械が動作させることのできるものとなる。

【0101】なお、実施例4においては、巻線を3相とし、電気回路48を6石の構成としているが、必ずしも3相にすることが必要なものではなく、また6石のインバータ回路と呼ばれる構成のものを使用することが、どうしても必要というものではない。

【0102】(実施例5) 図10は本発明の第1の物体と第2の物体の構成において実施例1～実施例4とは異なる構造とした各請求項を使用した電気機械の構成図である。

【0103】(ア)は、第1の物体57の外側に第2の物体58を配し、第1の物体57は静止して、第2の物体が回転することによって、回転の動力を負荷に供給するもので、いわゆるアウトロータと呼ばれる構成となっているものである。

【0104】(イ)は、円板状の第1の物体59と、や

はり円板状の第2の物体60からなり、第1の物体59は静止した状態で、第2の物体60が回転することにより、回転の動力を負荷に供給するものとなっており、軸方向に空隙を有するアキシアルギャップモータまたは面対抗と呼ばれる構成となっているものである。

【0105】(ウ)は、第1の物体61と第2の物体62が相互に直線運動を行うことによって、負荷に動力を供給するリニアモータと呼ばれる構成であり、第1の物体61は、鉄心68に設けた巻線69、70、71、72、73、74を有し、第2の物体62は鋸形の鉄心62の第1の物体61に面した側の表面に、永久磁石63、64、65、66を貼り付けた構成となっており、第1の物体61に生ずる磁極は、永久磁石63、65については、N極、永久磁石64、66についてはS極とし、100mmの長さのN極とS極の組の一つ分を設け、また三相を構成する第1の物体61の巻線3個分をやはり100mmで構成したことにより、100mmが電気角360度に相当する電気機械となっている。

【0106】このような直線運動をするものであっても、第1の物体61と第2の物体62が相対的に運動を行うことにより、周期的な磁束変化、および電圧、電流の変化が起こるものとなり、本発明の各請求項の範疇となる。

【0107】加えて、図10(ア)～(ウ)に示した第1の物体57、59、61は、いずれも静止し、第2の物体58、60、62は回転または移動する側となっているが、これについてもどちらを静止側とするかは、自由であり、要するに第1の物体と第2の物体の相対運動が行われれば、それによる相対速度または相対回転速度が生じ、これに力またはトルクを乗じたものが、機械パワーとなるものであるから、これが入力されたり出力されたりして機械パワーと電気パワーの変換がなされるものであれば、いずれの構成においても本発明の効果は同等に得ることができるものとなる。

【0108】また、各実施例においては、鉄心の形状が第1の物体との距離が変化するものとするにより、インダクタンスの増加する範囲と減少する範囲の電気角に差を付けるという、請求項2、および請求項4の構成を使用しているものを示しているが、請求項1や請求項3は、特にこのような構成に限定されるものではなく他の鉄心の形状などでもよい。

【0109】また、実施例1、実施例2、実施例3は電動機として使用する電気機械を示し、実施例4は発電機として使用する電気機械を示しているが、特に電動機として用いるか発電機として用いるかに限定があるものではなく、同一の構成であっても、回転の方向によって高効率の電動機となり、また逆方向の回転での使用では高効率の発電機となるものである。

【0110】したがって、例えば販売時において、電動機、発電機の用途の限定がなされず、購入者の都合によ

り用途が選択されるような電気機械や、購入者が購入の際の用途表示と異なった用途で使用する電気機械についても、請求項 1 から請求項 5 の構成であるものは、すべて請求の範囲に含まれるものである。

【0111】

【発明の効果】以上のように請求項 1 は、特に巻線を有する第 1 の物体と、前記第 1 の物体に対して可動に設けられた第 2 の物体からなり、前記巻線は前記第 1 の物体に対する前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて周期的にインダクタンスが変化し、前記第 2 の物体を一方に動かした場合に前記インダクタンスが増加する範囲の電気角と前記インダクタンスが減少する範囲の電気角が異なる構成としたことにより、効率が低い電気機械を提供するものである。

【0112】また請求項 2 記載の発明は、特に請求項 1 記載の電気機械の第 2 の物体は鉄心を有し、前記鉄心の表面と前記第 1 の物体との距離は、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて変化する構成としたことにより、簡単な構成で効率が低い電気機械を提供するものである。

【0113】また請求項 3 記載の発明は、特に請求項 1 あるいは請求項 2 のいずれか 1 項記載の電気機械の第 2 の物体に永久磁石を有し、第 1 の物体に対する前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて、前記巻線に鎖交する前記永久磁石の磁束が変化する構成としたことにより、効率が低い電気機械を提供するものである。

【0114】また請求項 4 記載の発明は、特に請求項 3 記載の電気機械の第 2 の物体を、鉄心と前記鉄心の表面に設けられた永久磁石で構成され、前記鉄心の表面と前記第 1 の物体との距離は、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の相対位置の変化に応じて変化する構成としたことにより、比較的簡単な構成で効率が低い電気機械を提供するものである。

【0115】また請求項 5 記載の発明は、特に請求項 3 あるいは請求項 4 のいずれか 1 項記載の電気機械の巻線のインダクタンスの増加範囲と減少範囲の内の電気角が大である方の範囲での前記インダクタンスを微分した関数の絶対値がピークとなる位置から最寄りの、前記巻線に鎖交する永久磁石の磁束の変化の絶対値のピークとなる位置までの電気角は、45 度より小である構成としたことにより、特に効率が低い電気機械を提供するものである。

【0116】また請求項 6 記載の発明は、特に請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項記載の構成に加え、巻線に

接続した電源を有し、前記巻線のインダクタンスが増加する範囲の電気角が、インダクタンスが減少する範囲の電気角よりも大となる方向に第 1 の物体と第 2 の物体が相対運動することにより、機械負荷に動力を供給する構成としたことにより、特に電動機として効率が低い電気機械を実現するものである。

【0117】また請求項 7 記載の発明は、特に請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項記載の構成に加え、巻線に接続した電気回路を有し、前記巻線のインダクタンスが増加する範囲の電気角が、インダクタンスが減少する範囲の電気角よりも小となる方向に第 1 の物体と第 2 の物体が相対運動することにより、前記電気回路に電力を供給する構成としたことにより、特に発電機として効率が低い電気機械を実現するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 における電気機械の構成図

【図 2】同、電気機械の巻線の結線図

【図 3】同、電気機械の動作波形図

【図 4】実施例 2 における電気機械の第 2 の物体の構成図

【図 5】同、電気機械の動作波形図

【図 6】実施例 3 における電気機械の第 2 の物体の構成図

【図 7】同、電気機械の動作波形図

【図 8】実施例 4 における電気機械の回路図

【図 9】同、電気機械の動作波形図

【図 10】(ア) 実施例 5 におけるアウターロータ構成の電気機械の構成図

(イ) 実施例 5 における面対抗構成の電気機械の構成図

(ウ) 実施例 5 におけるリニアモータ構成の電気機械の構成図

【図 11】従来の技術における電気機械の構成図

【図 12】同、巻線の結線図

【図 13】同、電気機械の動作波形図

【符号の説明】

9、37、42 第 2 の物体

19 第 1 の物体

21、22、23、24、25、26 巻線

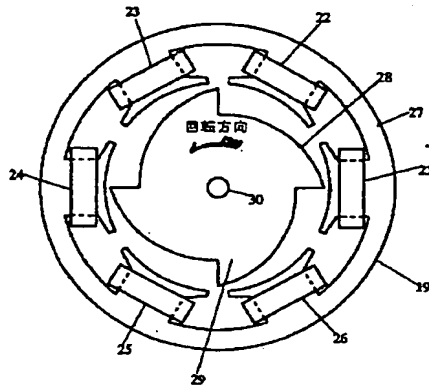
29、43 鉄心

31 電源

38、39、40、41、44、45、46、47 永久磁石

48 電気回路

【図1】



19 第1の物体

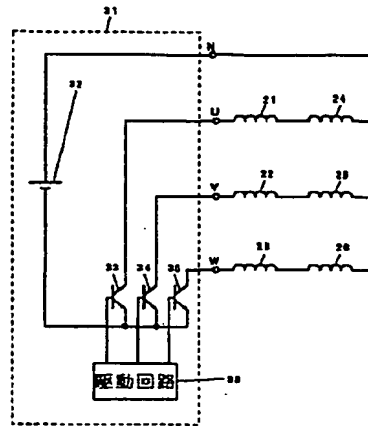
21、22、23、24、25、26 巻線

27、29 鉄心

28 第2の物体

30 軸

【図2】



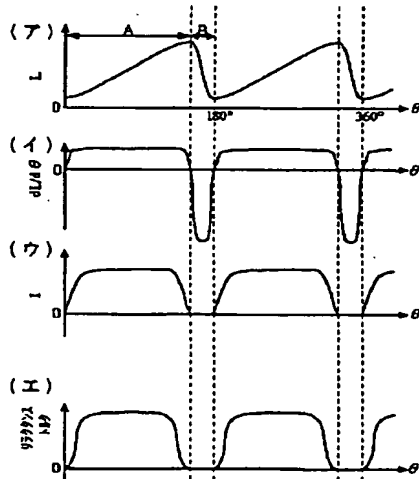
21、22、23、24、25、26 巻線

31 電源

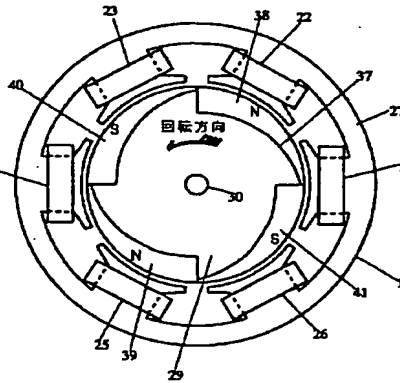
32 直流電源

33、34、35 トランジスタ

【図3】



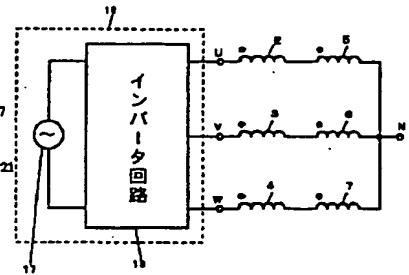
【図4】



37 第2の物体

38、39、40、41 永久磁石

【図12】

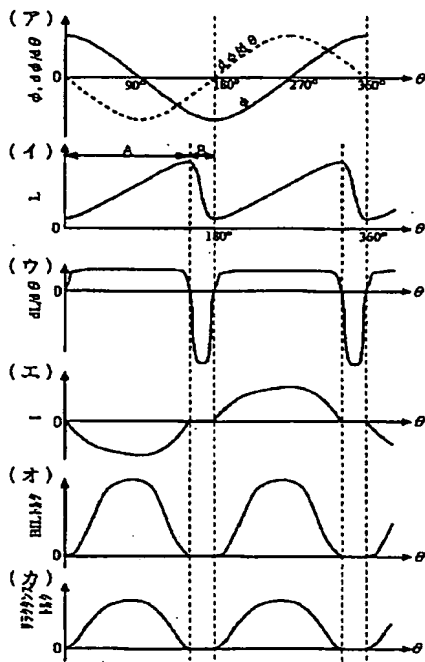


2、3、4、5、6、7 巻線

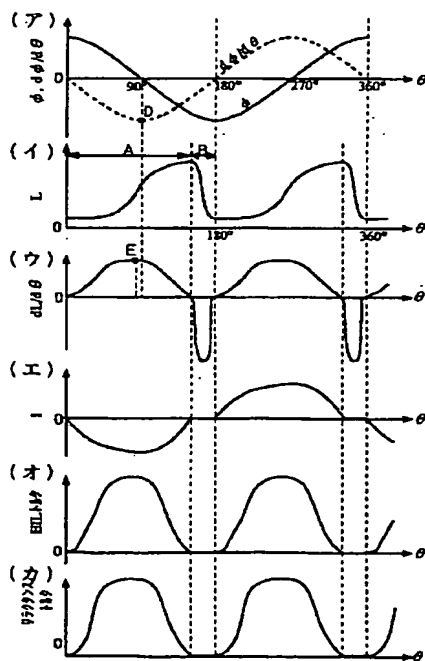
16 電源

17 交流電源

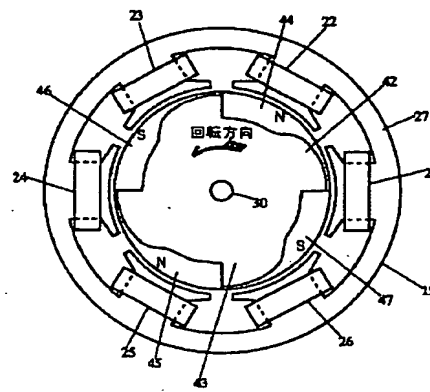
【図5】



【図7】

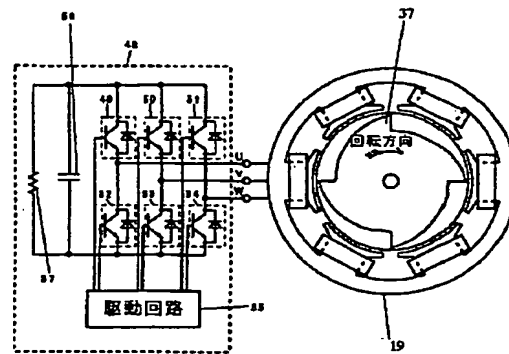


【図6】



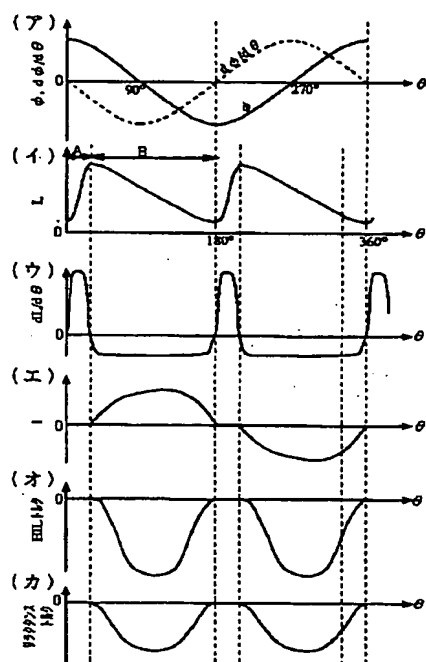
42 第2の物体
44、45、46、47 永久磁石

【図8】

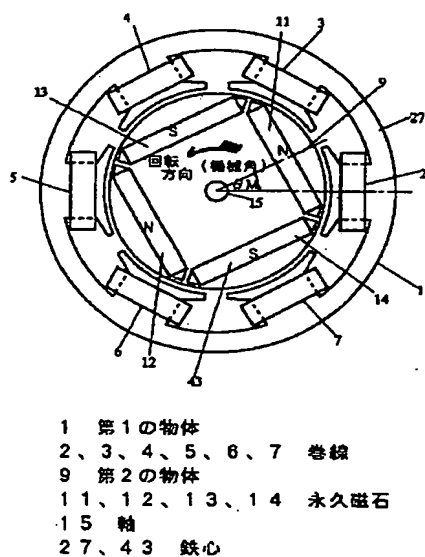


48 電気回路
49、50、51、52、53、54 トランジスタ
56 コンデンサ
57 負荷抵抗

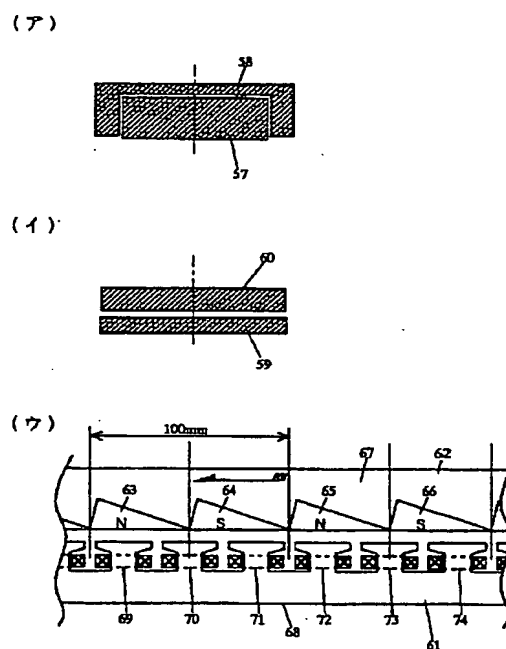
【図9】



【図11】

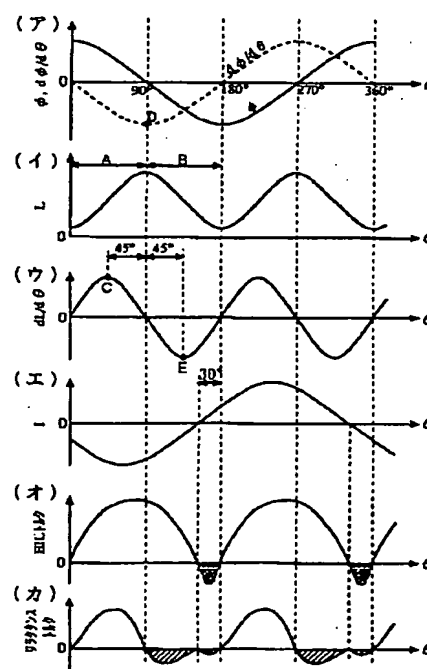


【図10】



57、59、61 第1の物体
58、60、62 第2の物体
68 鉄心

【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 保道
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5H619 AA01 BB01 BB02 BB15 BB24
PP02 PP04 PP08
5H621 GA04 GA11 HH01
5H622 AA03 CA02 CB01 CB04